

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 Patentschrift  
10 DE 44 02 739 C 2

51 Int. Cl.<sup>8</sup>:  
B 25 B 23/145  
B 25 B 21/00  
B 25 B 23/00

21 Aktenzeichen: P 44 02 739.7-32  
22 Anmeldetag: 28. 1. 94  
43 Offenlegungstag: 3. 8. 95  
46 Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 20. 6. 98

DE 44 02 739 C 2

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

73 Patentinhaber:  
Volkswagen AG, 38440 Wolfsburg, DE

72 Erfinder:  
Werthe, Burghard, 30855 Langenhagen, DE;  
Brennecke, Detlev, Dipl.-Ing., 30167 Hannover, DE

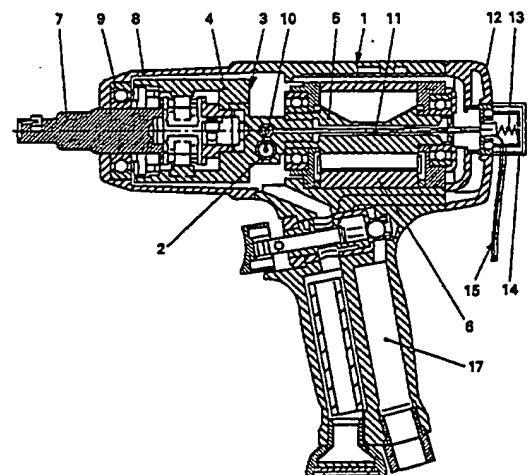
66 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE 33 47 018 C2  
DE 30 12 734 C2  
DE-PS 17 03 681  
DE 2 54 928 C3  
DE 39 38 787 A1  
DE 38 26 079 A1  
EP 05 02 748 A1

GERTHSEN, Christian: Physik, 6. Aufl., Berlin u.a.,  
Springer-Verlag 1960, S. 43;

54 Impulsschrauber

- 57 Impulsschrauber (1, 1') mit
- einer Impulsgebereinheit (4), die antriebsseitig mit einem Motor (8) und abtriebsseitig mit einer Schrauberspindel (7) verbunden ist,
  - einer Sensoreinrichtung zur Erzeugung von Signalen, die in Beziehung stehen zu den an der Schrauberspindel (7) wirksamen Drehmomenten, dadurch gekennzeichnet, daß
  - durch die Sensoreinrichtung das Beschleunigungsverhalten der Schrauberspindel (7) mittelbar erfaßbar ist,
  - ein zur Sensoreinrichtung gehörender Signalgeber an ein Bauteil der Impulsgebereinheit (4) gekoppelt ist, und
  - das Bauteil ein Antriebsteil ist.



DE 44 02 739 C 2

Die Erfindung betrifft einen Impulsschrauber gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Ein gattungsgemäßer Impulsschrauber ist beispielsweise bekannt aus der EP-A1 0 502 748 (B25B 23/145). Dort wird zur Steuerung und Überwachung streckgrenzüberschreitender Verschraubungen der Schraubspindel des Impulsschraubers eine Sensoreinrichtung zugeordnet, mit der Deformationen eines durch einen Spindelabschnitt gebildeten Torsionsstabes erfaßt werden, um so Rückschlüsse auf das jeweils aktuell vorliegende Drehmoment vornehmen zu können. Ähnliche Sensoreinrichtungen an Handschraubern sind auch bekannt aus der DE-A1-39 38 787 (B25B 21/00) und der DE-A1 38 26 079 (B25B 21/00). Darüber hinaus zeigt die DE-C3-25 41 928 (B25B 23/145) eine stationär betreibbare Luftschraubereinrichtung mit einer der Schrauberspindel zugeordneten Drehmomentmeßzelle.

Die DE-PS-17 03 681 (B25B 21/00) beschreibt einen Schrauber, bei dem die Verdrehung eines elastischen Gliedes durch eine Meßeinrichtung bestimmt wird, die die Signale von zwei Drehzahlmessern auswertet.

Nachteilig an allen vorgenannten Sensoreinrichtungen ist die Tatsache, daß sie zu einer erheblichen Vergrößerung der Baulänge führen. Insbesondere bei Handschraubern wird auf diese Weise das Handgelenk der Montageperson nicht nur durch die Gewichtserhöhung, sondern auch durch die ungünstiger werdenden Hebelverhältnisse stärker belastet als bei Impulsschraubern ohne Drehmomentmeßeinrichtung.

Aus der DE 30 12 734 C ist ein Schlagschrauber bekannt, der mit der Schrauberspindel verbunden eine Sensoreinrichtung zur Bestimmung des Drehmomentes aufweist. Um eine kurze Baulänge zu Erreichen, wird hierzu eine Welle von der Schrauberspindel durch die Antriebseinheit hin durch geführt, an deren antriebsseitigen Ende eine Schritt-Kodier-Scheibe zur Messung der Winkeldrehung angeordnet ist. Diese Drehmomentenbestimmung vermeidet zwar die oben beschriebenen Nachteile der Drehmomentenbestimmung am vorderen Ende der Schrauberspindel, dieses Prinzip ist jedoch bei den im Unterschied zum Schlagschrauber nicht mechanisch sondern hydraulisch arbeitenden Impulsgebereinheiten von Impulsschraubern nicht anwendbar da durch einen hydraulischen Antrieb keine Tachowelle geführt werden kann.

Grundsätzlich ist bekannt, daß zwischen dem Drehmoment und der Winkelgeschwindigkeit eines starren Körpers eine Beziehung besteht, wie sie beispielsweise in GERTHSEN, Christian: Physik, 6. Auflage, S. 43 beschrieben ist. Hiernach kann die zeitliche Ableitung der Winkelgeschwindigkeit oder der Winkelbeschleunigung als ein Maß für das Drehmoment herangezogen werden.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist einen Impulsschrauber mit einer Drehmomentenerfassung auszurüsten, die mit nur wenigen mechanischen Bauteilen auskommt. Außerdem soll die Drehmomentenerfassung verhältnismäßig genau und mit einfachen Mitteln durchführbar sein.

Diese Aufgabe wird gelöst durch die kennzeichnenden Merkmale des Patentanspruchs 1. Die Unteransprüche enthalten zweckmäßige Weiterbildungen der Erfindung.

Erfindungsgemäß wird also bei Impulsschraubern durch die Erfassung des Beschleunigungsverhaltens des Schrauberspindeltriebs das jeweils wirksame Drehmoment ermittelt. Diese Maßnahme beruht auf der er-

finderseitigen Erkenntnis, daß bei Impulsschraubern das Ausmaß der Verzögerung des Schrauberspindeltriebs in direktem Zusammenhang mit dem jeweils in die Schraubverbindung eingebrachten Drehmoment steht. In besonders vorteilhafter Weise können zur Messung des Beschleunigungsverhaltens handelsübliche Sensoreinrichtungen wie Piezokristall-Beschleunigungsaufnehmer oder auf dem Elektrogeneratorprinzip basierende Tachometer mit Hochauflösung verwendet werden. Diese Bauteile sind zudem in ihrer räumlichen Ausdehnung so gering, daß sie in handelsübliche — bislang keine Drehmomentsensoreinrichtungen aufweisende — Impulsschrauber integriert werden können.

Besonders vorteilhafte Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt. Es zeigt

Fig. 1 einen erfindungsgemäßen Impulsschrauber mit einem Piezokristall-Beschleunigungsaufnehmer,

Fig. 2 einen erfindungsgemäßen Impulsschrauber mit einem hochauflösenden Tachometer und

Fig. 3 eine Einrichtung zum streckgrenzüberschreitenden Anziehen von Schrauben unter Verwendung eines erfindungsgemäßen Impulsschraubers.

Gleiche Bauteile sind in allen Figuren gleich beziffert.

Man erkennt in Fig. 1 einen insgesamt mit 1 bezeichneten Impulsschrauber, der als erfindungswesentliches Element einen hier nur symbolisch dargestellten Piezokristall-Beschleunigungsaufnehmer 2 aufweist. Dieser ist an einem Gehäusedeckel 3 einer insgesamt mit 4 bezeichneten Impulsgebereinheit befestigt. Antriebsseitig ist die Impulsgebereinheit 4 über den Gehäusedeckel 3 mit einer Turbinenwelle 5 eines insgesamt mit 6 bezeichneten Luftmotors verbunden. Abtriebsseitig ist eine Schrauberspindel 7 drehfest mit der Impulsgebereinheit 4 gekoppelt. Gelagert wird die Schrauberspindel 7 in einem Außengehäuse 8 mittels eines Kugellagers 9. Grundsätzliche Hinweise auf die Funktionsweise der Impulsgebereinheit 4 sind der DE-C2-33 47 016 (B25B 21/02) entnehmbar.

Die von dem umlaufenden Beschleunigungsaufnehmer 2 gelieferten Signale werden über wenigstens einen federbelasteten Kontaktsüß (hier nicht gezeigt) auf einen feststehenden Schleifring 10 übertragen, der am Ende einer die Turbinenwelle 5 durchsetzenden Haltestange 11 in einem Schraubergehäuseteil 12 gehalten ist. Die Festlegung der Haltestange 10 erfolgt durch eine Druckfeder 13, die sich an einer Abdeckkappe 14 abstützt. Von dieser geht eine vorzugsweise durch ein Koaxkabel gebildete elektrische Signalleitung 15 aus, die zu einem in Fig. 3 dargestellten Steuergerät 16 führt.

Für den Betrieb des Impulsschraubers 1 wird über einen Luftzufuhrkanal 17 der Antriebsmotor 6 mittels Druckluft in Drehungen versetzt. Das auf diese Weise erzeugte Drehmoment wird über die Impulsgebereinheit 4 auf die Schrauberspindel 7 jeweils stoßartig übertragen. Wird beim Festziehen der Schraubverbindung dann ein vorgegebenes — beispielsweise die Streckgrenze des Schraubenmaterials überschreitendes — Drehmoment erreicht, treten am Gehäusedeckel 3 der Impulsgebereinheit 4 Verzögerungen auf, die von dem Beschleunigungsaufnehmer 2 erfaßbar sind. Die so gemessenen Beschleunigungswerte können mit Referenzwerten verglichen werden, die in dem Steuergerät 16 abgelegt sind und lassen so Aussagen über das jeweils in die Schraubverbindung eingebrachte Drehmoment zu.

Der Aufbau des in Fig. 2 dargestellten Impulsschraubers 1' ist grundsätzlich mit demjenigen in Fig. 1 vergleichbar. Zur Erfassung des Beschleunigungsverhaltens der Schrauberspindel 7 ist der Gehäusedeckel 3

drehfest mit einer Tachometerwelle 18 verbunden, welche die Impulsgebereinheit 4 teilweise und die Turbinenwelle 5 ganz durchsetzt. In einem Anbaugehäuse 19 ist ein hochauflösender Tachometer 20 untergebracht, der eingangsseitig mit der Tachometerwelle 18 und ausgangsseitig mit elektrischen Signalleitungen 15', 15'' verbunden ist. Die Signale des Tachometers 20 werden zur Erfassung des Beschleunigungsverhaltens der Schrauberspindel 7 anschließend einem hier nicht weiter dargestellten Differenzierglied zugeführt. Ein solches Differenzierglied kann zweckmäßigerweise Bestandteil des Steuergerätes 16 sein. Denkbar ist aber auch eine Integration dieses Differenziergliedes in das Anbaugehäuse 19. Vorstellbar ist auch bei der Neukonzeption eines Impulsschraubers der Einbau des Tachometers 20 in das Schraubergehäuseteil 12.

Als Alternative zu dem in Fig. 2 dargestellten Ausführungsbeispiel könnte der Schrauberspindel 7 in dem mit X und Strichlinien herausgestellten Bereich auch eine Loch- oder Zahnscheibe zugeordnet werden, die mit einem in das Außengehäuseteil 3 integrierten Magnetfeldsensor zusammenarbeitet. Auch auf diese Weise kann wie schon bei den zuvor beschriebenen Ausführungsbeispielen nahezu gewichtsneutral das Beschleunigungsverhalten der Schrauberspindel 7 erfaßt werden.

Mit der in Fig. 3 dargestellten Konfiguration können Handverschraubungen mit geringem technischen Aufwand hinsichtlich ihrer Qualität überwacht werden. Durch Erweiterung des Steuergerätes 16 mit Peripheriegeräten wie elektronische Speicher oder Drucker können gerade bei sicherheitsrelevanten Verschraubungen vollständige Dokumentationen vorgenommen werden. Darüber hinaus kann das System um Alarmeinrichtungen erweitert werden, die bei bestimmten Fehlerschwerpunkten aktiv werden. Der Einsatz der Erfindung ist nicht auf die in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiele beschränkt, sondern ist auch an anderen handelsüblichen Impulsschraubern ohne große Probleme realisierbar.

einen von einer Tachometerwelle (18) angetriebenen Elektrogenerator (Tachometer 20) gebildet ist.

5. Einrichtung zum streckgrenzüberschreitenden Anziehen von Schrauben unter Verwendung eines Impulsschraubers nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß dem Signalgeber wenigstens eine Verstärkereinrichtung nachgeschaltet ist.

6. Einrichtung zum streckgrenzüberschreitenden Anziehen von Schrauben unter Verwendung eines Impulsschraubers nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Signalgeber mit einem den Betrieb des Schraubers beeinflussenden Steuergerät (16) verbunden ist.

7. Einrichtung zum streckgrenzüberschreitenden Anziehen von Schrauben unter Verwendung eines Impulsschraubers nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Signalgeber mit wenigstens einem Auswertegerät verbunden ist.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

#### Patentansprüche

1. Impulsschrauber (1, 1') mit
  - einer Impulsgebereinheit (4), die antriebsseitig mit einem Motor (6) und abtriebsseitig mit einer Schrauberspindel (7) verbunden ist,
  - einer Sensoreinrichtung zur Erzeugung von Signalen, die in Beziehung stehen zu den an der Schrauberspindel (7) wirksamen Drehmomenten, dadurch gekennzeichnet, daß
  - durch die Sensoreinrichtung das Beschleunigungsverhalten der Schrauberspindel (7) mittelbar erfaßbar ist,
  - ein zur Sensoreinrichtung gehörender Signalgeber an ein Bauteil der Impulsgebereinheit (4) gekoppelt ist, und
  - das Bauteil ein Antriebsteil ist.
2. Impulsschrauber nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Signalgeber ein Piezokristall-Element-Beschleunigungsaufnehmer (2) ist.
3. Impulsschrauber nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Signalgeber ein mit der Impulsgebereinheit (4) drehfest verbundenes Scheibenteil ist, dessen Umfang magnetische Unsymmetrien aufweist, die durch einen Magnetfeldsensor erfaßbar sind.
4. Impulsschrauber nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Signalgeber durch

- Leerseite -

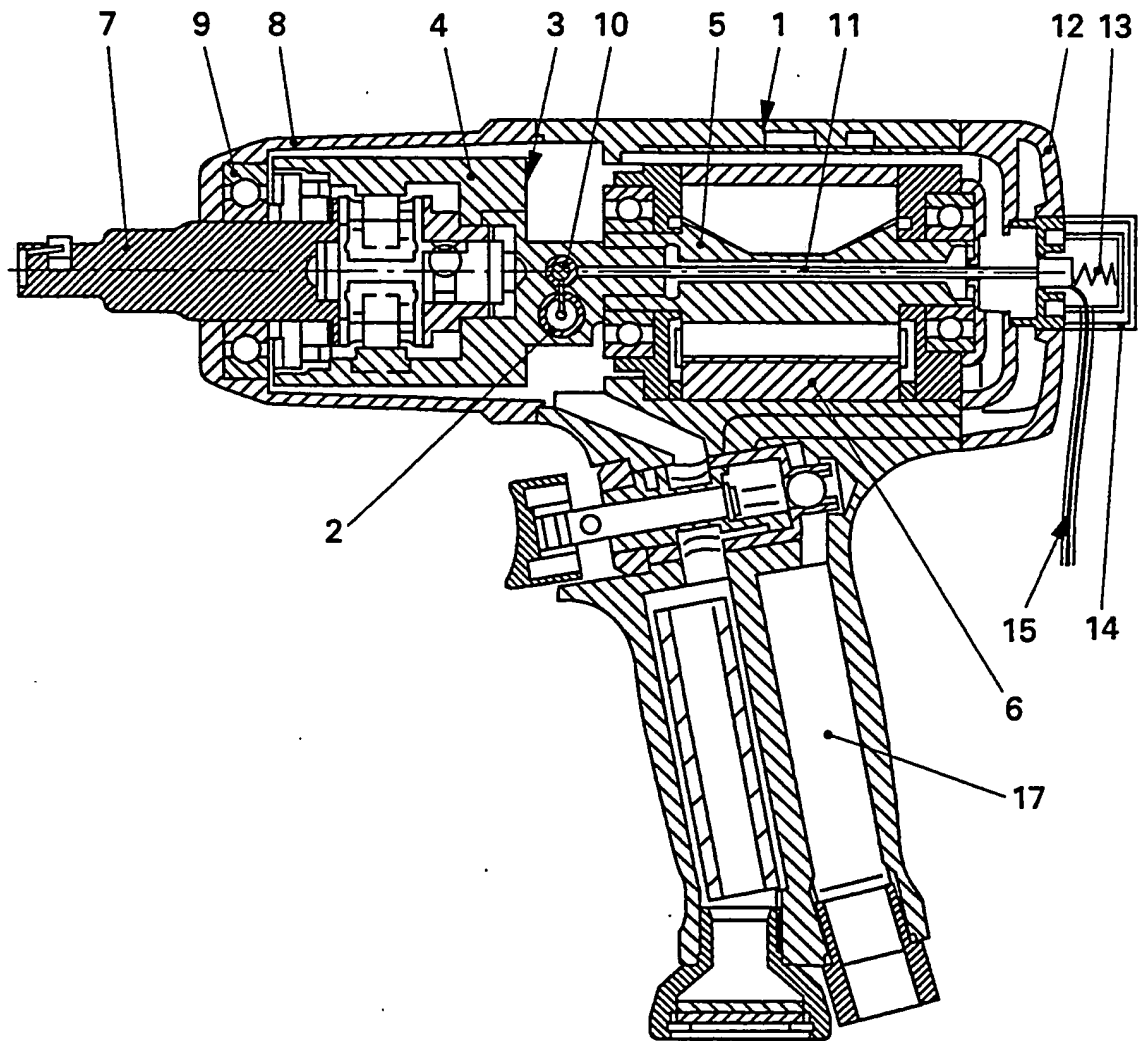


FIG 1

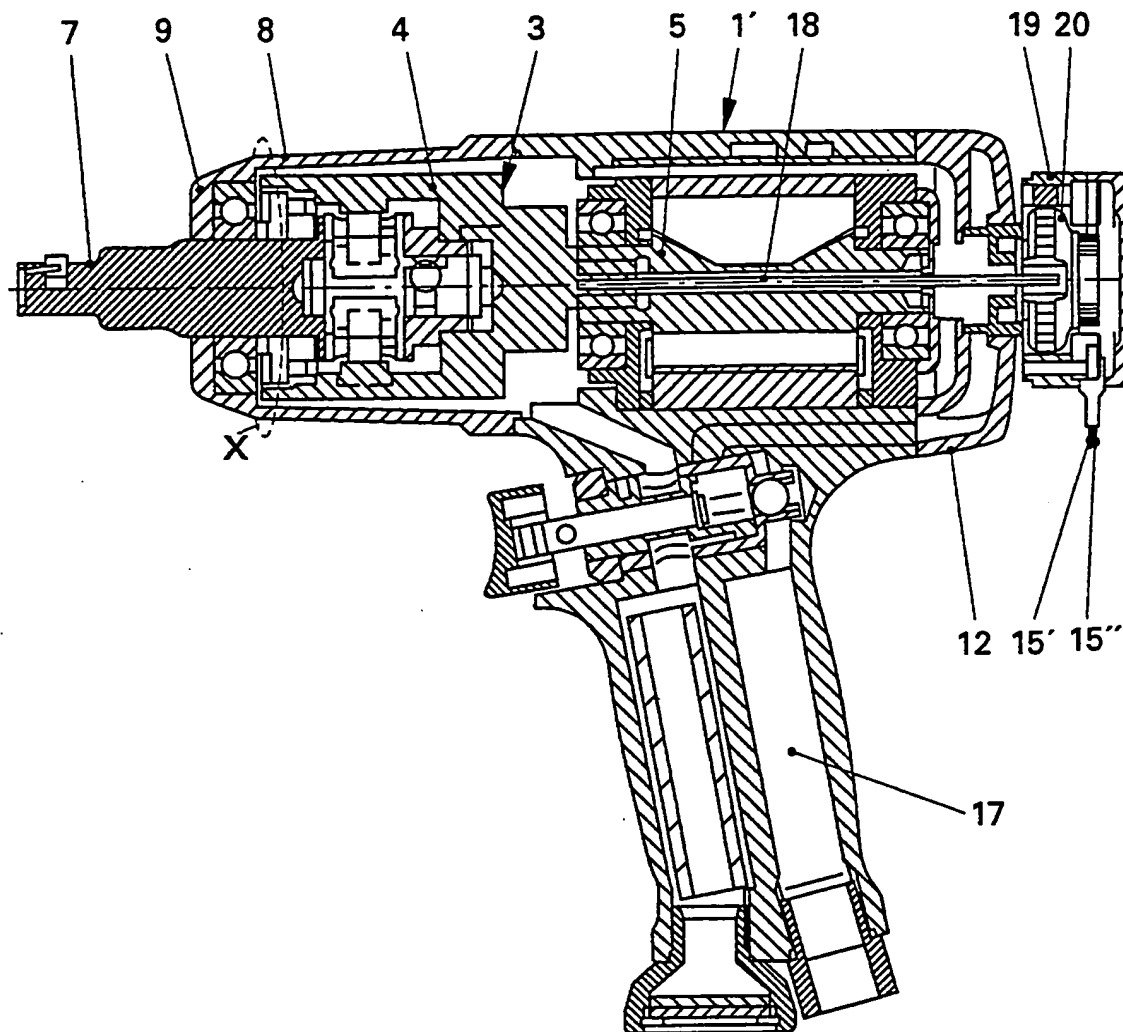


FIG 2

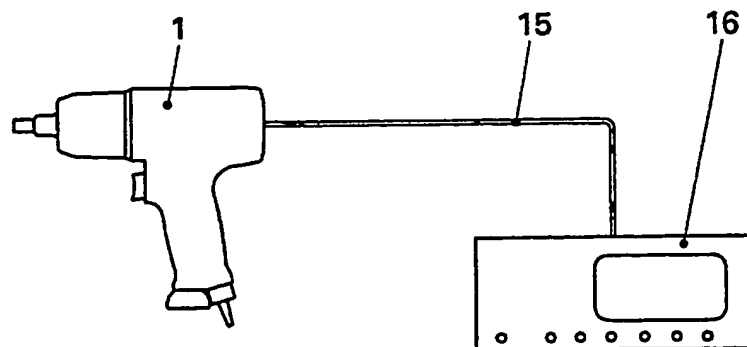


FIG 3.